

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

«Металеві конструкції»

(для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму підготовки
6.060101 «Будівництво» та слухачів факультету післядипломної освіти спеціальності
«Промислове і цивільне будівництво» та «Міське будівництво та господарство»)

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Металеві конструкції» (для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» та слухачів факультету післядипломної освіти спеціальності «Промислове і цивільне будівництво» та «Міське будівництво та господарство») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. І. Лугченко. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 14 с.

Укладач О. І. Лугченко

Рецензент В. А. Мазур

Рекомендовано кафедрою будівельних конструкцій,
протокол № 2 від 14.09.2007 р.

ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Слід знати, що сутність курсу «Металеві конструкції» полягає у вивченні завдань застосування металевих конструкцій як основних несучих елементів каркасу будинків і споруд. При цьому розглядаються питання технології, архітектури і вибору конструкцій. В основі конструктивного рішення лежить раціональна схема будинку і споруди в цілому. Вирішуються завдання вибору окремих конструкцій, матеріалів до них, виходячи з їх властивостей (міцність, маса, довговічність, вогнестійкість, корозійна стійкість і швидкість зведення).

У навчальному процесі дисципліна «Металеві конструкції» є однією з профільюючих для спеціальності «Промислове і цивільне будівництво».

Мета методичних вказівок – дати напрямок самостійній роботі студента при вивченні курсу, допомогти йому виділити основні положення розділів, побачити їхній взаємозв'язок і можливості практичного використання.

Призначені для студентів заочного навчання методичні вказівки складені на основі й відповідно до затвердженого ХНАМГ навчального плану за фахом 6.060101 – «Промислове і цивільне будівництво».

Металеві конструкції – це дисципліна, в результаті вивчення якої студент повинен навчитися проектувати конструкцій зі сталі й алюмінієвих сплавів, головним чином несучі, тобто працюючі під навантаженням.

Вивченню курсу металевих конструкцій повинне передувати вивчення наступних дисциплін: «Будівельні матеріали», «Технологія металів» (включаючи технології зварювання), «Архітектура», «Опір матеріалів» і «Будівельна механіка». Останні дві дисципліни є найбільш важливими, тому що основні розміри перерізів металевих конструкцій визначають розрахунком на міцність і жорсткість.

Вивчення предмета «Металеві конструкції» починається на 4-му курсі у 7 семестрі. Студент прослухує короткий курс лекцій, відвідує практичні заняття. Основна увага має бути приділена самостійній роботі над підручниками, керуючись цими методичними вказівками. Необхідні консультації студент може одержати на кафедрі «Будівельних конструкцій».

Після пророблення матеріалу студент виконує курсовий проект «Проектування елементів балкової клітки». Завдання і рекомендації до курсового проекту наведені у відповідному розділі цих методичних вказівок.

Металеві конструкції

Основи розрахунку металевих конструкцій

Основні положення методу розрахунку за граничними станами. Навантаження і впливи. Нормативні й розрахункові опори. Коефіцієнти умов роботи конструкцій. Граничні стани металевих конструкцій і визначення зусиль в їх елементах. Робота під навантаженням і розрахунок елементів конструкцій. Види напружень і їх облік при розрахунку елементів. Облік розвитку пластичних деформацій при розрахунку конструкцій. Граничні стани і розрахунок елементів: центрально і позацентрово розтягнутих; що згинаються; стрижнів; стиснутих осьовою силою, проблема стійкості позацентрово стиснутих стрижнів; елементів при впливі змінних навантажень (перевірка втоми). Перевірка загальної і місцевої стійкості елементів конструкцій.

З'єднання металевих конструкцій.

Зварені з'єднання. Види зварених з'єднань, типи швів. Термічний вплив зварювання на з'єднання. Робота і розрахунок зварених з'єднань, конструктивні вимоги. Болтові й заклепувальні з'єднання. Види і загальна характеристики. Робота і розрахунок болтових і заклепувальних з'єднань на зрушення (зріз, зминання), на розтягання, при повторних навантаженнях. Конструювання болтових і заклепувальних з'єднань. Особливості роботи і розрахунку з'єднань на високоміцних болтах. Особливості з'єднань конструкцій з алюмінієвих сплавів.

Елементи металевих конструкцій

Вивчення елементів металевих конструкцій у частині їхнього конструювання і розрахунку є досить важливим, оскільки такі елементи, як балки різного призначення, центрально стиснуті стояки і колони, а також ферми майже завжди знаходять застосування у складі конструкцій більшості споруд.

У розділі «Балки й балкові конструкції» слід вивчити і скласти чітке уявлення про конструктивні й компоновочні рішення балкових кліток, про типи

балок. Слід пам'ятати, що балка – це елемент, що згинається, навчитися бачити різницю між прокатними і складеними балками в частині їхнього призначення, порядку розрахунку і конструювання. Необхідно також ознайомитися з конструктивними рішеннями і особливостями розрахунку попередньо напружених балок.

«Центрально стиснуті стрижні» (стояки і колони) широко застосовують для підтримки міжповерхових перекриттів, площадок, естакад, елементів ферм та інших конструкцій. При вивченні цього розділу треба добре засвоїти порядок підбору перерізів і перевірки на стійкість, а також конструктивне рішення стрижнів, колон, баз, оголовків. Слід засвоїти компоненти формул для розрахунку стрижнів за стійкістю: коефіцієнт поздовжнього вигину, розрахункова довжина, гнучкість. Необхідно звернути увагу на особливості розрахунку і конструювання стояків наскрізного перерізу.

У розділі «Ферма» слід вивчити принципи розрахунку ферм як геометрично незмінних стрижневих систем. При вивченні матеріалу цього розділу необхідно засвоїти області застосування ферм у будівельних конструкціях, приділити увагу вибору типу ферм, розрахункової схеми, призначенню габаритних розмірів і довжин стрижнів, обрису поясів і вибору схеми ґрат, конструюванню системи зв'язків. Треба навчитися розраховувати й конструювати стрижні ферм і вузли, усвідомити специфіку важких і попередньо напружених ферм.

Балки і балкові конструкції

Загальна характеристика балкових конструкцій. Типи балок. Компонування балкових конструкцій. Настили. Прокатні балки. Підбір перерізу. Перевірка несучої здатності й жорсткості балок. Балки складеного перерізу. Компонування і підбір перерізу. Перевірка міцності, прогинів і стійкості основних балок. Проектування конструкцій складених балок. Інші типи балок – бісталеві, комплексні, попередньо напружені. Особливості роботи і розрахунку.

Колони і стрижні, що працюють на центральний стиск

Загальна характеристика. Суцільні й наскрізні колони. Вибір розрахункової схеми і типу колон. Підбір перерізу і конструктивне оформлення стрижня колони. Базы колон, оголовки і вузли сполучення балок з колонами.

Ферми

Область застосування і системи ферм у будівельних конструкціях. Компонування конструкцій ферм. Обрис ферм, генеральні розміри, системи грат, панелі ферм. Стійкість ферм. Зв'язки. Розрахунок і дійсна робота ферм. Визначення розрахункового навантаження і зусиль у стрижнях ферм. Дійсна робота ферм. Розрахункові довжини стрижнів ферм і граничні гнучкості. Типи перерізів стрижнів ферм. Підбір перерізів стрижнів легких ферм. Вузли легких ферм. Оформлення робочого креслення легких ферм.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Дати визначення граничного стану конструкцій.
2. Перелічити тимчасові навантаження, що тривало впливають. Постійні навантаження.
3. Дати визначення коефіцієнта надійності. Від чого залежить його величина?
4. Що приймається за величину нормативного опору сталі. Розрахункові опори?
5. Що враховує коефіцієнт умов роботи конструкцій?
6. Перелічити типи зварених з'єднань.
7. Нарисувати схему деформацій при зварюванні елемента таврового перерізу з двох аркушів уздовж осі елемента і деформацію горизонтального листа.
8. В яких випадках розрахунковий опір стикового звареного шва на розтяг приймається рівним розрахунковому опору основного металу?
9. Коли не потрібна перевірка міцності стикового звареного з'єднання при косому стику?
10. Нарисувати епюри розподілу напружень за довжиною в кутовому фланговому шві.
11. Як розподіляється площа перерізу шва за пером і обушком при кріпленні кутків?
12. Пояснити значення цифр, що позначають клас міцності болтів (наприклад, болти класу 5.6).
13. Як одержують отвір типу В?
14. Від чого залежить величина коефіцієнта тертя в з'єднаннях на високоміцних болтах?
15. Якими способами контролюються осьові зусилля у високоміцних болтах?
16. Чим відрізняється шарнір пластичності від звичайного шарніра?

17. При яких умовах дозволяється враховувати пластичну роботу сталі при вигині (вимоги СНіП)?
18. Перелічити типи балок за статичною схемою.
19. Перелічити типи балкових кліток і нарисувати схеми.
20. Як визначається циліндрична твердість настилу при його розрахунку на вигин.
21. Вивести формулу оптимальної висоти складеної балки.
22. Вивести формулу мінімальної висоти балки.
23. Вивести формулу для визначення площі пояса складеної балки.
24. Як забезпечується місцева стійкість стиснутого пояса балки?
25. Записати формулу для визначення висоти поясного шва.
26. Як визначається зусилля в болтах від згинаючого моменту і сили, що перерізує, при розрахунку стику стінки балки?
27. Нарисувати схеми розрахункових перерізів при розрахунку опорних частин балок на стійкість.
28. Написати формулу критичної сили для центрально-стиснутого стрижня.
29. Чому дорівнює коефіцієнт приведення довжини стрижня із зацеленим верхнім і нижнім кінцем?
30. Які суцільні перерізи центрально-стиснутих стояків є найбільш економічними за витратою сталі?
31. Як визначити ширину поясу колон двотаврового перерізу за заданою гнучкістю колони?
32. Що є основною умовою, яка визначає відстань між гілками наскрізної колони.
33. Які елементи і з'єднання розраховуються в оголовку колони?
34. Як визначити величину рівномірно, розподіленого навантаження на опорну плиту бази колони при визначенні її товщини?
35. Як визначається висота траверси бази колони?
36. Коли раціональне застосування ферм полігонального обрису?
37. У чому переваги ферм із рівнобіжними поясами?
38. Яке призначення зв'язків по верхніх поясах ферм?
39. Який порядок побудови діаграми зусиль?

40. Чому дорівнює розрахункова довжина опорного розкосу в площині ферми? У площині, перпендикулярній до площини ферми?
41. Для яких елементів ферми раціонально прийняти тавровий переріз із двох нерівно поличкових кутків, складених разом великими полками?
42. В яких випадках переріз елементів ферм підбирають за гнучкістю?
43. На яке зусилля перевіряють зварені шви, що з'єднують поясні кутки з фасонкою у проміжному вузлі ферми?
44. Як визначаються розміри вузлової фасонки?
45. Перелічити способи попереднього напруження конструкцій.
46. Нарисувати поетапно епюри нормальних напружень в перерізі попередньо-напруженої балки методом попереднього вигину під час виготовлення і після додання навантаження.
47. Записати формулу напруження у верхньому поясі балки з натягом, після натягу, без експлуатаційного навантаження. Те ж після додання експлуатаційного навантаження.
48. Чим відрізняється розрахунок ферми з окремими попередньо напруженими стрижнями від розрахунку ферм, у яких натяг затягування створює зусилля в багатьох стрижнях ферми?

Курсовий проект

Розробити конструкцію металевої балкової клітини нормального типу, виходячи з даних, прийнятих залежно від номеру залікової книжки студента за даними табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Передостання цифра шифру	Остання цифра шифру студента									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 і 4	$\frac{10,0}{5,0}$	$\frac{10,2}{5,1}$	$\frac{10,4}{5,2}$	$\frac{10,6}{5,4}$	$\frac{10,8}{5,5}$	$\frac{11,0}{5,6}$	$\frac{11,2}{5,7}$	$\frac{11,4}{5,7}$	$\frac{11,6}{5,8}$	$\frac{11,8}{5,9}$
1 і 5	$\frac{11,7}{6,0}$	$\frac{11,5}{6,1}$	$\frac{11,3}{6,2}$	$\frac{12,0}{6,3}$	$\frac{12,2}{6,4}$	$\frac{12,4}{6,5}$	$\frac{12,6}{6,6}$	$\frac{12,8}{6,7}$	$\frac{13,0}{6,8}$	$\frac{13,2}{6,9}$
3 і 6	$\frac{13,4}{7,0}$	$\frac{13,5}{4,9}$	$\frac{13,6}{4,8}$	$\frac{13,7}{4,5}$	$\frac{13,8}{4,4}$	$\frac{13,9}{5,6}$	$\frac{13,3}{5,2}$	$\frac{14,0}{5,1}$	$\frac{14,2}{5,0}$	$\frac{14,4}{6,0}$
7	$\frac{14,6}{6,1}$	$\frac{14,8}{6,2}$	$\frac{15,0}{6,3}$	$\frac{15,2}{6,4}$	$\frac{15,4}{6,5}$	$\frac{15,6}{6,7}$	$\frac{15,8}{6,8}$	$\frac{16,0}{6,6}$	$\frac{15,7}{6,9}$	$\frac{15,5}{7,0}$
8	$\frac{15,3}{7,1}$	$\frac{12,0}{7,2}$	$\frac{12,2}{7,3}$	$\frac{12,4}{7,4}$	$\frac{12,6}{7,5}$	$\frac{12,8}{7,6}$	$\frac{13,0}{7,7}$	$\frac{13,2}{7,8}$	$\frac{13,4}{7,9}$	$\frac{13,6}{8,0}$
9	$\frac{13,8}{4,5}$	$\frac{14,0}{4,6}$	$\frac{11,0}{4,7}$	$\frac{11,2}{4,8}$	$\frac{11,3}{4,9}$	$\frac{11,4}{5,0}$	$\frac{11,5}{5,1}$	$\frac{11,6}{5,2}$	$\frac{11,7}{5,3}$	$\frac{11,8}{5,4}$
0	$\frac{11,9}{5,4}$	$\frac{12,0}{5,6}$	$\frac{10,0}{5,7}$	$\frac{10,2}{5,8}$	$\frac{10,4}{5,9}$	$\frac{10,6}{6,0}$	$\frac{10,8}{6,2}$	$\frac{11,0}{6,2}$	$\frac{11,2}{6,3}$	$\frac{11,4}{6,4}$

Примітка: Проліт головної балки L (у чисельнику) і проліт допоміжної балки l (у знаменнику), м.

Таблиця 2

	Передостання цифра шифру студента									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Корисне навантаження	5	6	7	8	9	4	3	3,5	4,5	6,5
Висота поверху	6	6,4	5	4,5	5,5	6,5	5,4	5,2	5,5	6,5

Примітка: Корисне нормативне навантаження на перекриття, кН/м^2 , висота поверху, м.

Приклад вибору основних даних завдання

Шифр 25627:

Проліт головної балки $L = 11,2$ м;

Проліт допоміжної балки (відстань між головними балками) $l = 5,7$ м;

Корисне навантаження на перекриття $q = 6$ кН/м²;

Висота поверху $H = 6,4$ м.

Методичні вказівки до виконання курсового проекту

Виконання роботи має на меті прищепити студентам навички підбору перерізів, розрахунку і конструювання вузлів сполучення балок і колон, ознайомитися з нормами і правилами проектування металевих конструкцій. Перед виконанням контрольної роботи слід вивчити розділи курсу, присвячені методам розрахунку металевих конструкцій і їх з'єднань.

Дані завдання на контрольну роботу треба уважно виписати, залежно від власного номера залікової книжки, по табл. 1, 2.

У роботі потрібно розрахувати допоміжну балку, головну балку, колону, базу колони і сполучення другорядної і головної балок (болти або зварені шви). Треба виконати креслення на аркуші ватману формату А-1 або окремих форматах А-3: план балкової клітки, поперечний і поздовжній розрізи балкової клітки, балку настилу, головну балку, вузол сполучення головної і балки настилу, головної балки з колоною, оголовки і базу.

Розрахунок балки настилу

Роботу з розрахунку починають з визначення навантаження на 1 м² перекриття. При цьому студент повинен самостійно вирішити характер настилу: зі збірних залізобетонних плит або зі сталевих листів.

Крім маси настилу необхідно задатися конструкцією сталі й визначити його масу. Навантаження треба встановлювати нормативні і розрахункові.

Потім переходять до розрахунку допоміжної балки. Балку розраховують як однопрогонову розрізну з рівномірно розподіленим навантаженням. Розрахунковий проліт її дорівнює відстані між опорами. Для розрахунку визначають навантаження на 1 пог. м балки (розрахункові й нормативні). При цьому для визначення власної

ваги 1 пог. м балки необхідно попередньо задатися її профілем. Для цього приймають прокатний двотавр висотою приблизно $1/20$ прольоту а знаходять його вагу за таблицею сортаменту.

Розрахунок балки роблять на міцність та по деформаціях. Якщо заданий профіль двотавру не задовольняє умовам міцності й прогину, обирають більший номер двотавру і розрахунок здійснюють знову.

Розрахунок головної балки

Головну балку розраховують услід за допоміжною. Розрахунок починають з визначення розрахункових навантажень на балку: навантаження на балку із зосереджених вантажів (див. схему перекриття) від опорних реакцій допоміжних балок. Власна вага головної балки звичайно враховується шляхом відповідного збільшення зосереджених вантажів. Для цього треба задатися профілем головної балки, приймаючи двотавр висотою приблизно $1/16$ прольоту балки. Якщо вагу 1 пог. м головної балки помножити на відстань між зосередженими вантажами, одержимо додатковий зосереджений вантаж, що враховує вагу головної балки.

Головну балку, як і допоміжну, розраховують як розрізну, що лежить на двох опорах. При розрахунку головної балки потрібно підібрати її переріз, перевірити його на міцність, перевірити дотичні напруження на опорі. Головну балку виконують складеного перерізу. Після цього роблять розрахунок з'єднання допоміжної і головної балок.

Розрахунок колони

Розрахунок колони роблять на максимальне розрахункове навантаження, що передається на неї як сума опорних реакцій двох суміжних головних балок і двох другорядних балок, що безпосередньо спираються на колону, плюс власна вага колони. Власною вагою колони необхідно задатися попередньо.

Колону можна прийняти складеного двотаврового перерізу або наскрізного перерізу з двох швелерів.

Приклади розрахунку балкової клітки наведені в навчальному посібнику [8], у підручниках [3, 4] та ін.

Графічна частина

При виконанні графічної частини роботи потрібно керуватися ЕСКД (єдина система конструкторської документації), а саме:

1.2.104-68. Основні написи.

2.2.105-68. Загальні вимоги до текстового документам.

3.2.301-68. Формати.

4.2.302-68. Масштаби.

5.2.303-68. Лінії.

6.2.304-68. Шрифти креслярські.

7.2.305-68. Зображення – види, розрізи, перерізи.

8.2.306-68. Позначення графічних матеріалів і правила нанесення їх на кресленнях.

9.2.307-68. Нанесення розмірів і граничних відхилень.

10.2.316-68. Правила нанесення на кресленнях написів, технічних вимог і таблиць.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПІДГОТОВКИ Й ЗДАЧІ ІСПИТУ З КУРСУ

Після захисту курсового проекту студент здає іспит з курсу металевих конструкцій.

Якщо студент прослухав короткий курс лекцій, то конспект цих лекцій може бути основою для підготовки до іспиту, але крім цього потрібне обов'язкове додаткове вивчення металевих конструкцій за літературою, що рекомендується, тому що курс лекцій не може охопити всю програму. При цьому варто керуватися методичними вказівками до розділів курсу. Це особливо важливо, якщо студент не мав можливості прослухати курс лекцій.

При підготовці потрібно враховувати, що предмет «Металеві конструкції» є дисципліною розрахунковою, тому потрібно знати формули для розрахунку самих конструкцій і їхніх з'єднань. Треба розібратися, як працює кожна конструкція та її елементи – на розтяг або вигин, на центральний стиск або позацентровий стиск і т.ін.

В екзаменаційні білети включаються не тільки питання, пов'язані з розрахунком конструкцій, але і не зв'язані з ним, наприклад, про матеріали, конструкцій, їхні властивостях і т.ін.

Потрібно вміти викреслити конструктивні схеми цих конструкцій (як вони вирішуються в металі), визначити характер їхньої роботи й основи розрахунку (види навантажень, розрахункові схеми і спосіб визначення зусиль).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНіП 2.01.07-85. Норми проектування. Навантаження і впливи. – М.: Стройиздат, 1985.
2. СНиП 2.23-81*. Нормы проектирования. Стальные конструкции. – М., 1990.
3. Беленя Е.И. и др. Металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1991.
4. Шестак Г.А. Стальные конструкции. – М.: Стройиздат, 1968.
5. Муханов К.К. Металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1976.
6. Стрелецкий Н.С. и др. Металлические конструкции. Специальный курс. – М.: Стройиздат, 1965.
7. А.А.Васильев. Металеві конструкції. – М.: Стройиздат, 1975.
8. А.П.Мандриков, И.М.Лялин Проектирование металлических конструкций, (примеры расчета и конструирования). – М.: Стройиздат, 1973.
9. Мандриков А.П. Металлические конструкции. – М.: Стройиздат, 1991.
10. Лихтарников Я.М. Стальные конструкции. (примеры расчета и конструирования) – К.: Будівельник, 1984.
11. Файбишенко В.К. Металлические конструкции. – М., 1984.
12. С.А.Попов. Алюминиевые строительные конструкции, К.: Будівельник, 1969.

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни **«Металеві конструкції»** (для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» та слухачів факультету післядипломної освіти спеціальності «Промислове і цивільне будівництво» та «Міське будівництво та господарство»).

Укладач Лугченко Олена Іванівна

Відповідальний за випуск Г. А. Молодченко

Редактор М. З. Аляб'єв

План 2007, поз. 288 М

Підп. до друку 23.10.07
Друк на ризографі.
Тираж 100 пр.

Формат 60x84 1/16.
Ум. друк. арк. 0,7
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001